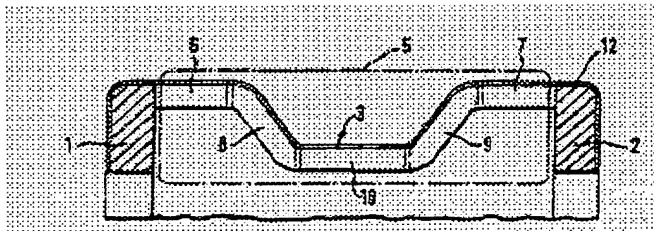


**Patent number:** DE19529379  
**Publication date:** 1996-05-15  
**Inventor:** GRELL KARL-LUDWIG DIPL ING (DE); MUENTNICH LEO (DE)  
**Applicant:** SCHAEFFLER WAEHLZLAGER KG (DE)  
**Classification:**  
- international: F16C33/46; F16C33/56  
- european: F16C33/54, F16C33/56  
**Application number:** DE19951029379 19950810  
**Priority number(s):** DE19951029379 19950810; DE19944440134 19941110; DE19951013160 19950407

The bearing cage is made of a ferrous material with fully or partly clad surfaces. The cage may be rolled from a strip plated on one or both sides, with its two ends welded to each other. The plating material (12). In the case of plating on one side, the plating covers the cage at those points on which other bodies run during operation. The plating may be of nickel alloy, copper, copper alloy or silver. The cage may be an axial one. The plating may be applied to the strip by a galvanic process.



04/08/09

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 195 29 379 A 1**

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 C 33/46**  
F 16 C 33/56

21 Aktenzeichen: 195 29 379.7  
22 Anmeldetag: 10. 8. 95  
43 Offenlegungstag: 15. 5. 98

DE 195 29 379 A 1

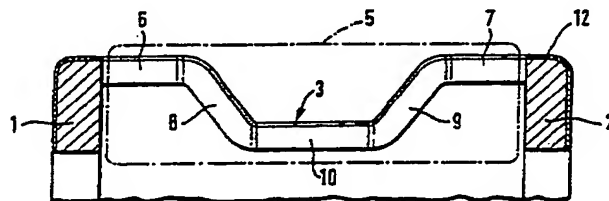
30 Innere Priorität: 32 33 31  
10.11.94 DE 44 40 134.5 07.04.95 DE 195131606

71 Anmelder:  
INA Wälzlager Schaeffler KG, 91074  
Herzogenaurach, DE

72 Erfinder:  
Grell, Karl-Ludwig, Dipl.-Ing., 91086 Aurachtal, DE;  
Müntnich, Leo, 91086 Aurachtal, DE

54 **Wälzlagerkäfig und Verfahren zu seiner Herstellung**

57 Die Erfindung betrifft einen Wälzlagerkäfig aus einem Eisenwerkstoff, dessen Oberfläche ganz oder teilweise mit einer Auflage versehen ist.  
Der Wälzlagerkäfig zeichnet sich dadurch aus, daß er aus einem ein- oder beidseitig plattierten Band gerollt ist, dessen beide Enden miteinander verschweißt sind, wobei das Plattiermaterial (12) gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und/oder als Diffusionssperre wirkt.  
Über die Plattierauflage kann Einfluß auf die Einhärtetiefe genommen werden, so daß ein Durchhärten des Lagerkäfigs mit seinen negativen Folgen vermieden werden kann.



DE 195 29 379 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 96 602 020/410

8/28

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wälzlagerkäfig aus einem Eisenwerkstoff, dessen Oberfläche ganz oder teilweise mit einer Auflage versehen ist sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Derartige Käfige sind seit längerem bekannt. So ist in der DE-OS 25 56 745 ein Wälzlagerkäfig aus unlegiertem bzw. niedriglegiertem Stahl beschrieben, in dessen Oberflächenschicht Nickel eindiffundiert ist. Dazu wird der Käfig nach einer mechanischen Bearbeitung mit einer Nickelschicht versehen. Danach wird der Käfig zweckmäßig unter Schutzgas oder im Vakuum auf eine Temperatur erwärmt, bei der die aufgebrachte Nickelschicht teilweise in das Metallgitter des Grundmaterials eindiffundiert. Mit dieser erfindungsgemäßen Behandlung wird erreicht, daß die Gleiteigenschaften wesentlich verbessert werden, so daß der Verschleiß erheblich vermindert wird.

Der Nachteil solcher Käfige besteht darin, daß die auf die Oberfläche des Käfigs aufgebrachte Schicht zumindest einen zusätzlichen Arbeitsgang erfordert und somit die Herstellung des Käfigs verteuert.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen derartigen Käfig wesentlich einfacher herzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Wälzlagerkäfig aus einem ein- oder beidseitig plattierten Band gerollt ist, dessen beide Enden miteinander verschweißt sind, wobei das Plattiermaterial gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und/oder als Diffusionssperre wirkt. Unter Plattieren ist hierbei zu verstehen, daß auf die Oberfläche eines Grundmetalls ein Deckmetall aufgebracht wird und durch Pressen oder Walzen fest mit dem Grundmetall verbunden ist. Aber auch die galvanische Beschichtung eines Grundmetalls mit einem Deckmetall fällt in diesem Zusammenhang unter den Begriff Plattieren. Dadurch wird erreicht, daß die verbesserten Gleiteigenschaften des Wälzlagerkäfigs ohne eine nachträgliche Bearbeitung anfallen und somit dessen Herstellung wesentlich verbilligt werden kann. Plattiertes Band ist in mannigfaltigen Abmessungen und Ausführungen je nach dem gewünschten Verwendungszweck mit unterschiedlicher Plattieraufgabe erhältlich.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß über die Stärke und Zusammensetzung der Plattieraufgabe die Diffusion des Kohlenstoffes in das Innere des Käfigwerkstoffes gesteuert werden kann, d. h. die Einhärtetiefe bestimmt werden kann. Dies ist bei geschweißten Käfigen von Bedeutung, da eine übermäßige Aufkohlung (Durchhärtung) der Schweißnaht so verhindert werden kann. Insbesondere für gesamtgehärtete Hülsenlager ist dies von Wichtigkeit, da die die Belastung aufnehmende Nadelhülse eine Einhärtetiefe aufweisen muß, die bei einem unplattierten Wälzlagerkäfig zu dessen Durchhärtung und somit zu dessen Bruchgefährdung führt. Nach dem bisherigen Stand der Technik lag die Stärke des Wälzlagerkäfigs immer unter der Stärke der Nadelhülse und dieser war somit durch die Durchhärtung bruchgefährdet, bei geschweißten Käfigen insbesondere im Bereich der Schweißnaht. Man war daher gezwungen, den Wälzlagerkäfig zur Verhinderung der Durchhärtung aus einem stärkeren Material zu fertigen, als eigentlich erforderlich war.

Zweckmäßigerweise verwendet man zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Käfigs ein kaltwalzplattiertes Stahlband, wobei der Grundwerkstoff aus St4, Ck15 oder niedrig legiertem Einsatzstahl besteht und der auf-

plattierte Werkstoff ein- oder beidseitig aus Nickel, Chrom-Nickel-Stahl, einer Nickellegierung, Kupfer, Messing oder anderen NE-Metallen besteht. Die Schichtdicke liegt dabei im Bereich zwischen 0,5 und 10% der Gesamtblechstärke.

Besonders eignet sich Nickel oder nickellegiertes Plattiermaterial. Es wurde festgestellt, daß im Falle einer Einsatzhärtung, Karbonitrierung oder Nitrocarburierung Nickel oder nickellegierte Plattierungsschichten diaphragmaähnliche Eigenschaften aufweisen, so daß die Oberflächenaufohlung nur noch 50% des Randkohlenstoffgehaltes einer nichtplattierten Oberfläche ergibt. Der Stickstoffgehalt wird aufgrund eines derartig plattierten Werkstoffes völlig eliminiert, so daß er nicht in das Käfiginnere eindiffundieren kann und dieser nicht versprödet. Stickstoff verbessert zwar den Verschleiß von Stahloberflächen, setzt aber die Zähigkeit herab.

Ein anderer Vorteil des erfindungsgemäß plattierten Wälzlagerkäfigs besteht darin, daß die geschnittenen Verschleißzonen, d. h. die Teile des Käfigs, die beim Stanzen der Käfigtaschen freigelegt werden, von der Plattieraufgabe nicht bedeckt werden und somit ungehindert aufgekohlt werden können. Die Ränder der Taschen haben somit die für das Anlaufen der Wälzkörper erforderliche Verschleißhärte. Andererseits wird aber auch beim Stanzvorgang der Wälzkörpertaschen ein Teil der Plattieraufgabe an die Anlaufkante der Wälzkörper, d. h. an den Tascheninnenrand verbracht, so daß die Reibung zwischen Wälzkörper und Taschenbegrenzung durch das Plattiermaterial vermindert wird.

Die Plattierungsaufgabe des Käfigwerkstoffes ist insbesondere im Schweißnahtbereich von überragender Bedeutung. Im Bereich der Schweißnaht wird aufgrund der Widerstandsstumpfschweißtechnik der Plattierwerkstoff, der eventuell durch das Stanzeinziehen vorhanden ist, herausgequetscht und bildet mit den plattierten Oberflächen beim Schweißen eine Art Überzug auch über die Schweißwulst hinweg, so daß eine Kohlenstoffdiffusion nur noch gemildert in diesem ansonsten kleinsten Querschnitt erfolgt und somit ein ausreichend zäher Kern erhalten bleibt. Nicht herausgequetschte Plattier-Werkstoffpartikel, z. B. Nickel, legieren sich mehr oder weniger intensiv im Schmelzbereich und verleihen dem Käfigwerkstoff zusätzliche positive Eigenschaften, wie z. B. höhere Zähigkeit oder ein inniges Verschweißen, da bestimmte Werkstoffe, wie beispielsweise Nickel, eine sehr günstige Schweißneigung haben und der Schmelztemperaturbereich im Bereich von Stahl liegt. Auf diese Weise wird durch die Plattieraufgabe und der damit einhergehenden Veränderung der Schweißnaht dem Schweißnahtbereich eine mehrfache Dauerfestigkeitssteigerung nach dem Einsatzhärten, dem Nitrocarburieren oder dem Nitrieren verliehen. Es ist somit möglich, einen dynamisch hoch belastbaren Wälzlagerkäfig prozeßsicher und kostengünstig herzustellen.

In zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 ist vorgesehen, daß die einseitige Plattieraufgabe den Käfig an den Stellen bedeckt, an denen im Betriebszustand andere Teile gegen ihn gleiten. Je nach Ausführung des Käfigs, d. h. ob dieser außen- oder innengeführt ist, ist dabei entweder die dem Außenring oder die dem Innenring zugewandte Mantelfläche des Wälzlagerkäfigs teilweise plattiert. An welcher Stelle dann das Käfigband plattiert ist, hängt von der jeweiligen Käfigform ab.

Nach Anspruch 3 besteht die Plattieraufgabe aus Nik-

kel, einer Nickellegierung, Kupfer, einer Kupferlegierung oder Silber. Aber auch weitere NE-Metalle sind denkbar. So eignet sich beispielsweise eine Nickel/Eisen- oder eine Chrom/-Nickel-Schicht insbesondere für eine doppelseitige Plattierauflage. Diese Variante wird dann angewendet, wenn das vager einer Gesamthärtung unterworfen wird. In der bereits beschriebenen Weise wirkt die beidseitige Plattierauflage als Diffusionssperre und verhindert somit die Durchhärtung des Wälzlagerkäfigs. Da in diesem Fall zweckmäßiger Weise die Käfigstirnringe nicht mit der Plattierschicht versehen sind, werden sie voll aufgekohlt, erhalten somit die erforderliche Härte und garantieren die geforderte Käfigstabilität.

Es ist nach Anspruch 4 auch möglich, die vorstehend beschriebenen Vorteile eines walzplattierten Käfigs durch eine galvanisch aufgebrachte Schicht zu realisieren. Dies ist insbesondere für gesamtgehärtete Hülsenlager von Bedeutung, da die nach dem Zusammenschweißen der Bandenden unmittelbar vor einem Einsatzhärtungsprozeß auf den Käfig galvanisch aufgebrachte Schicht die Diffusion von Kohlenstoff in dem gleichen Maße beeinflusst, wie es eine walzplattierte Schicht tut. Das zugehörige Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß der Wälzlagerkäfig aus einem Band gerollt ist und an beiden Enden miteinander verschweißt wird, daß der Wälzlagerkäfig ganz oder teilweise mit einer galvanischen Schicht versehen wird, wobei die galvanische Schicht gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und als Diffusionssperre wirkt, und daß anschließend das gesamte Wälzlager mit Innen- und/oder Außenring sowie Wälzkörper gesamtgehärtet wird.

Natürlich kann, wie in Anspruch 5 beschrieben, der Käfig auch derart gefertigt werden, daß zunächst ein Band ganz oder teilweise mit einer galvanischen Schicht versehen wird, dieses beschichtete Band zu einem Käfig gerollt und an seinen beiden Enden miteinander verschweißt wird, bevor das gesamte Wälzlager einer Härtung unterworfen wird.

Schließlich geht aus Anspruch 6 hervor, daß die die Diffusion behindernde Wirkung bzw. die Gleitlaufeigenschaften verbessernde Wirkung des Plattiermaterials auch für nicht geschweißte Axialkäfige in besonders vorteilhafter Weise angewendet werden kann. Da bei Axiallagern durch das Abrollen der zylindrischen Wälzkörper auf einer kreisförmigen Laufbahn unvermeidlich Schlupf auftritt und durch Gleitbeanspruchung der Wälzkörper starker Anlauf in den Taschen erfolgt, eignet sich besonders mit Nickel plattiertes Band.

Wie bereits beschrieben, wird beim Ausstanzen der Käfigtaschen ein Teil der Anlaufkanten mit Plattieraufgabe überzogen. Dies hat zur Folge, daß einerseits nicht von Plattiermaterial bedeckte Stellen der Anlaufkanten ungehindert aufgekohlt werden können, während andererseits die mit Plattiermaterial bedeckten Stellen tribologisch günstigere Bedingungen schaffen. Hinzu kommt, daß Nickel bei einer Wärmebehandlung Spuren von C- und N-Atomen aufnimmt, so daß es nochmals zu einer Härtesteigerung der nickelplattierten Oberfläche kommt.

Sinn und Zweck derartig hergestellter Axialkäfige sind Axiallagereinheiten, die einer Gesamthärtung unterworfen werden können, so daß ein Lager mit hoher Dauerfestigkeit und geringen Reibungsverlusten kostengünstig herstellbar ist.

Nun sind zwar galvanisch beschichtete Käfige bereits seit längerem bekannt. So werden beispielsweise in der bereits zitierten DE-OS 25 56 745 verkupferte bzw. ver-

silberte Käfige erwähnt. Diese Vorveröffentlichung liefert jedoch keinen Hinweis auf die mögliche Verwendung der galvanisch aufgebrachten Schicht zur Beeinflussung der Diffusion von Kohlenstoff. Ziel dieser Entwicklung war es vielmehr, den Abrieb durch Verschleiß des Käfigs und der mit dem Käfig in gleitender Berührung befindlichen Lagerteile zu vermindern.

Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines plattierten Nadelkäfigs;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Käfigtasche eines Käfigs nach Fig. 1;

Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer Draufsicht auf eine Käfigtasche nach Fig. 1 bzw. Fig. 2;

Fig. 4 den Verlauf von Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgehalt an plattiertem bzw. unplattiertem Käfigband in Abhängigkeit vom Randabstand;

Fig. 5 den Härteverlauf an plattiertem bzw. unplattiertem Band in Abhängigkeit vom Randabstand;

Fig. 6 die Schweißnahtfestigkeit eines plattierten und eines nichtplattierten Käfigs.

Der in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Käfig besteht aus Borden 1 und 2, die durch eine Anzahl gleichmäßig um den Umfang verteilte profilierte Stege 3 miteinander verbunden sind. Die so entstehenden Taschen 4 zur Aufnahme von Wälzkörpern 5 werden einerseits durch die Borde 1 und 2 sowie andererseits durch die Stege 3 begrenzt. Die Stege 3 sind in Richtung Lagermittelpunkt über den Wälzkörperteilkreis durchgekröpft und bestehen aus zwei an die Borde 1 und 2 sich anschließende Abschnitte 6 und 7, die parallel zur Käfigachse verlaufen. Die Abschnitte 6 und 7 liegen außerhalb des Teilkreises und gehen in je einen schräg zur Käfigachse gerichteten Abschnitt 8 und 9 über, die sich wiederum zu einem parallel zur Käfigachse verlaufenden und innerhalb des Teilkreises liegenden Abschnitt 10 vereinen. Die inneren Kanten der Stegabschnitte 10 begrenzen das radiale Spiel der Wälzkörper 5 nach innen, während das radiale Spiel nach außen durch die äußeren Stegabschnitte 6 und 7 begrenzt wird. Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich, ist der Wälzlagerkäfig aus einem Band gerollt, dessen beide Ende durch Schweißstellen 11 miteinander verbunden sind.

Erfindungsgemäß ist der M-förmige Wälzlagerkäfig an seiner dem Lageraußenring zugewandten Mantelfläche mit einer einseitigen Plattieraufgabe 12 versehen, die sich über die gesamte Breite des Käfigs, d. h. über die Borde 1 und 2, sowie die Abschnitte 6, 7, 8, 9 und 10 erstreckt. Wie bereits ausführlich beschrieben, läßt sich über die Plattieraufgabe 12 die mit 13 bezeichnete Einhärtetiefe beeinflussen. Aufgrund der einseitigen Plattierung 12 ist im vorliegenden Beispiel die Einhärtetiefe 13 der äußeren Mantelfläche des Käfigs in Richtung Lageraußenring geringer als die Einhärtetiefe 13 der inneren Mantelfläche des Käfigs in Richtung Lagerinnenring. Das Durchhärten des Käfigs mit seinen negativen Folgen wird somit vermieden. Da beim Stanzvorgang die inneren Führungsflächen 14 des Käfigs von der Plattieraufgabe 12 befreit sind, kann der vorhandene Kohlenstoff an diesen Stellen ungehindert über die Taschen 4 in den Käfig eindiffundieren. Die Einhärtetiefe 13 der Taschen 4 in Umfangsrichtung liegt daher im gleichen Bereich wie die Einhärtetiefe 13 im Bereich der inneren Mantelfläche. Aus Fig. 3 ist weiter erkennbar, daß die Einhärtetiefe 13 in jedem Fall in ihrer Ausdehnung kleiner als die Schweißnaht 11 ist.

Die Erfindung ist natürlich nicht auf das beschriebene

Ausführungsbeispiel beschränkt. Es ist eine Vielzahl von unterschiedlich geformten Käfigen denkbar, aus einem Stück oder durch Fügeverfahren zu einer Einheit zusammengesetzt, die entweder ein- oder beidseitig mit den verschiedensten Materialien beschichtet sein können. So fällt es beispielsweise auch unter den Erfindungsgedanken, wenn der in Fig. 2 dargestellte Wälzlagerkäfig keine Borde 1 und 2 aufweist, sondern nur aus den Abschnitten 6, 7, 8, 9 und 10 besteht und beidseitig plattiert ist. Eine solche Käfigform wird vorzugsweise immer dann verwendet, wenn das Lager einer Gesamthärtung unterworfen wird. Die Stabilität des Käfigs wird in diesem Fall auch dadurch gesichert, daß an den Stirnringen eine ungehinderte Eindiffusion des Kohlenstoffes möglich ist.

Aber auch die Verwendung von partiell plattiertem Band fällt unter den Erfindungsgedanken. So ist es beispielsweise möglich, daß der in Fig. 2 dargestellte Wälzlagerkäfig nur an den Stellen mit einer Plattieraufgabe versehen ist, an denen im Betriebszustand andere Teile gegen ihn gleiten. Im vorliegenden Fall wären das die Borde 1 und 2 sowie die waagrecht zur Käfigachse außerhalb des Teilkreises liegenden Abschnitte 6 und 7. Auf diese Weise ließe sich wertvolles Plattiermaterial einsparen.

In Fig. 4 ist der Gehalt an Kohlenstoff bzw. Stickstoff in Abhängigkeit vom Randabstand der Probe bei einem carbonitrierten Käfigband dargestellt. Es ist klar erkennbar, daß durch die Nickelpattierung die Diffusion des Stickstoffes fast vollständig und die Diffusion des Kohlenstoffes um mindestens 35 Prozent verringert wird.

Aus der in Fig. 5 dargestellten Abhängigkeit der Härte vom Randabstand ist ersichtlich, daß bei einem herkömmlichen unplattierten Band eine Durchhärtung des Bandes auftritt (Kern  $\approx 500$  HV), während bei einem plattierten Band eine Durchhärtung vermieden wird (zäher Kern mit  $\approx 200$  HV).

Schließlich ist aus Fig. 6 erkennbar, daß die Schweißnahtfestigkeit, d. h. die Mindestfestigkeit eines plattierten Käfigs im Vergleich zu einem nichtplattierten sowie einsatzgehärteten und angelassenen Käfig von etwa 60 N auf etwa 300 N gesteigert werden konnte.

ander verschweißt sind, wobei das Plattiermaterial (12) gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und/oder als Diffusionssperre wirkt.

2. Wälzlagerkäfig nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einseitige Plattieraufgabe (12) den Käfig an den Stellen bedeckt, an denen im Betriebszustand andere Teile gegen ihn gleiten.

3. Wälzlagerkäfig nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattieraufgabe (12) aus Nickel, einer Nickellegierung, Kupfer, einer Kupferlegierung oder Silber besteht.

4. Verfahren zur Herstellung eines aus einem Eisenwerkstoff hergestellten, an seiner Oberfläche ganz oder teilweise mit einer Auflage versehenen Wälzlagerkäfigs für Wälzlager dadurch gekennzeichnet, daß der Wälzlagerkäfig aus einem Band gerollt und an beiden Enden miteinander verschweißt wird, daß der Wälzlagerkäfig ganz oder teilweise mit einer galvanischen Schicht versehen wird, wobei die galvanische Schicht gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und als Diffusionssperre wirkt, und daß anschließend das gesamte Wälzlager mit Innen- und/oder Außenring sowie Wälzkörpern gesamtgehärtet wird.

5. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Band ganz oder teilweise mit einer galvanischen Schicht versehen wird, wobei die galvanische Schicht gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und als Diffusionssperre wirkt, daß dieses beschichtete Band zu einem Käfig gerollt und an beiden Enden miteinander verschweißt wird, und daß anschließend das gesamte Wälzlager mit Innen- und/oder Außenring sowie Wälzkörpern gesamtgehärtet wird.

6. Wälzlagerkäfig nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wälzlagerkäfig als ein Axialkäfig ausgebildet ist und aus einem ein- oder beidseitig plattierten Band hergestellt ist, wobei das Plattiermaterial (12) gute Gleitlaufeigenschaften aufweist und/oder als Diffusionssperre wirkt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

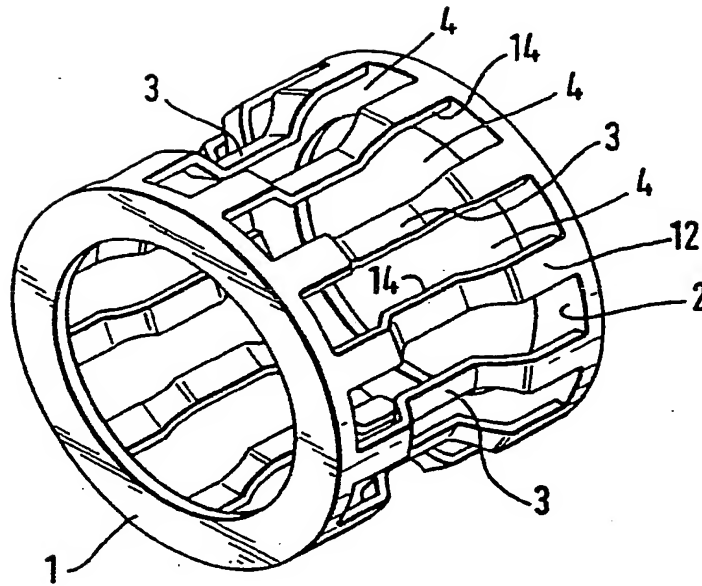
#### Bezugszeichenliste

1 Bord	
2 Bord	
3 Steg	
4 Tasche	50
5 Wälzkörper	
6 Abschnitt	
7 Abschnitt	
8 Abschnitt	
9 Abschnitt	55
10 Abschnitt	
11 Schweißstelle	
12 Plattieraufgabe	
13 Einhärtetiefe	
14 Führungsfläche	60

#### Patentansprüche

1. Wälzlagerkäfig aus einem Eisenwerkstoff, dessen Oberfläche ganz oder teilweise mit einer Auflage versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Wälzlagerkäfig aus einem ein- oder beidseitig plattierten Band gerollt ist, dessen beide Enden mitein-

Fig. 1



\* Fig. 2

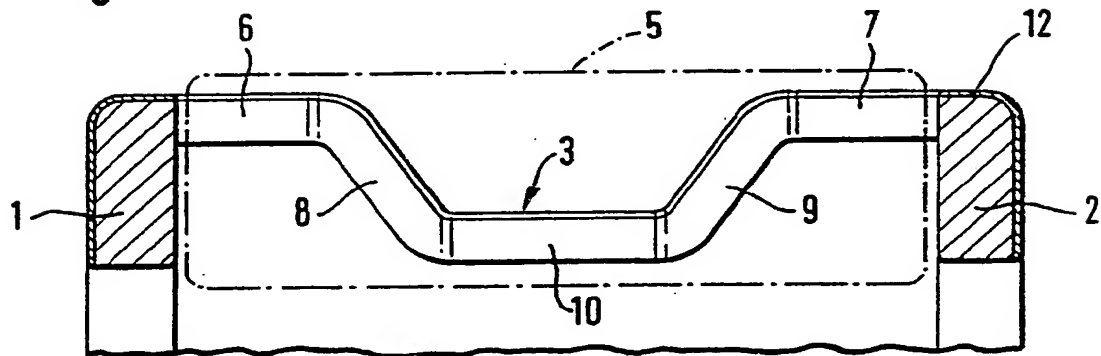
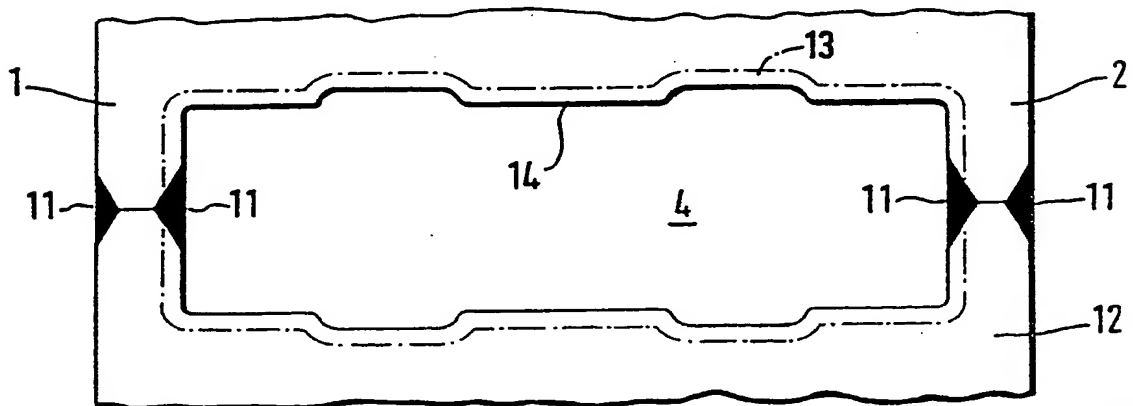


Fig. 3



602 020/410

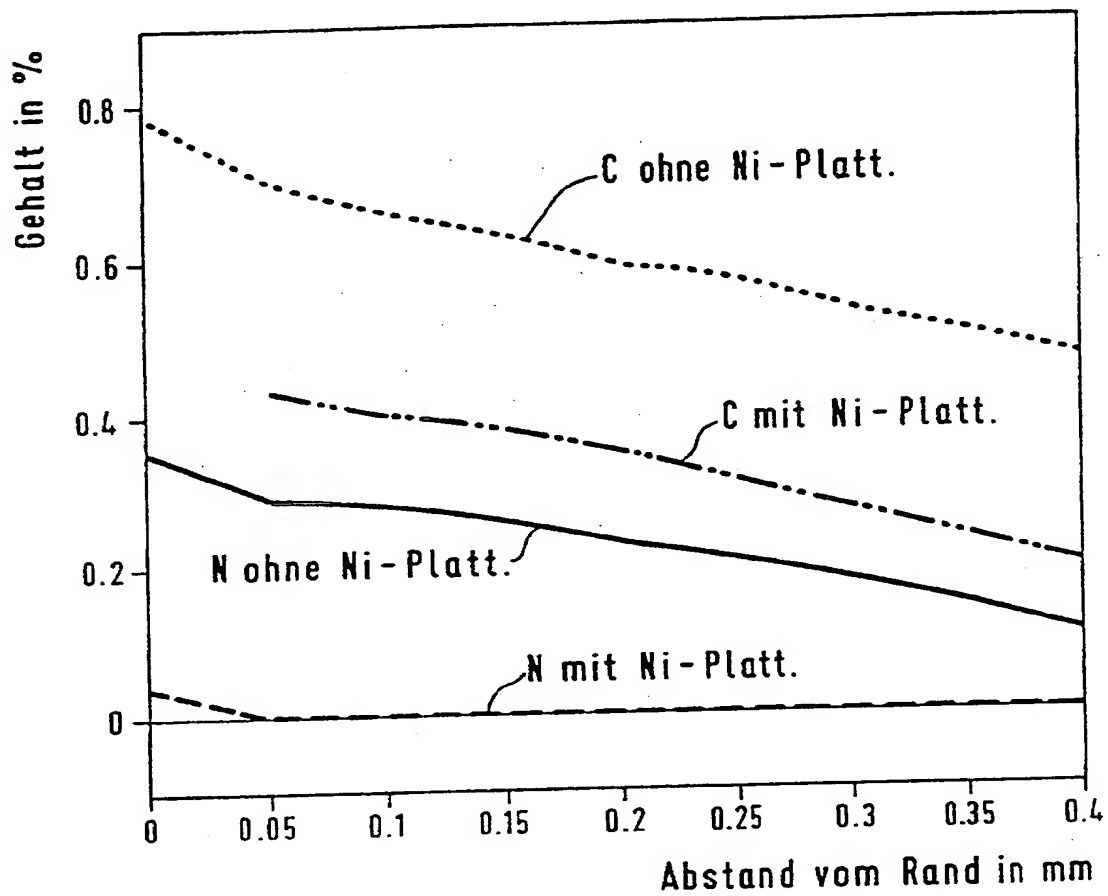


Fig. 4



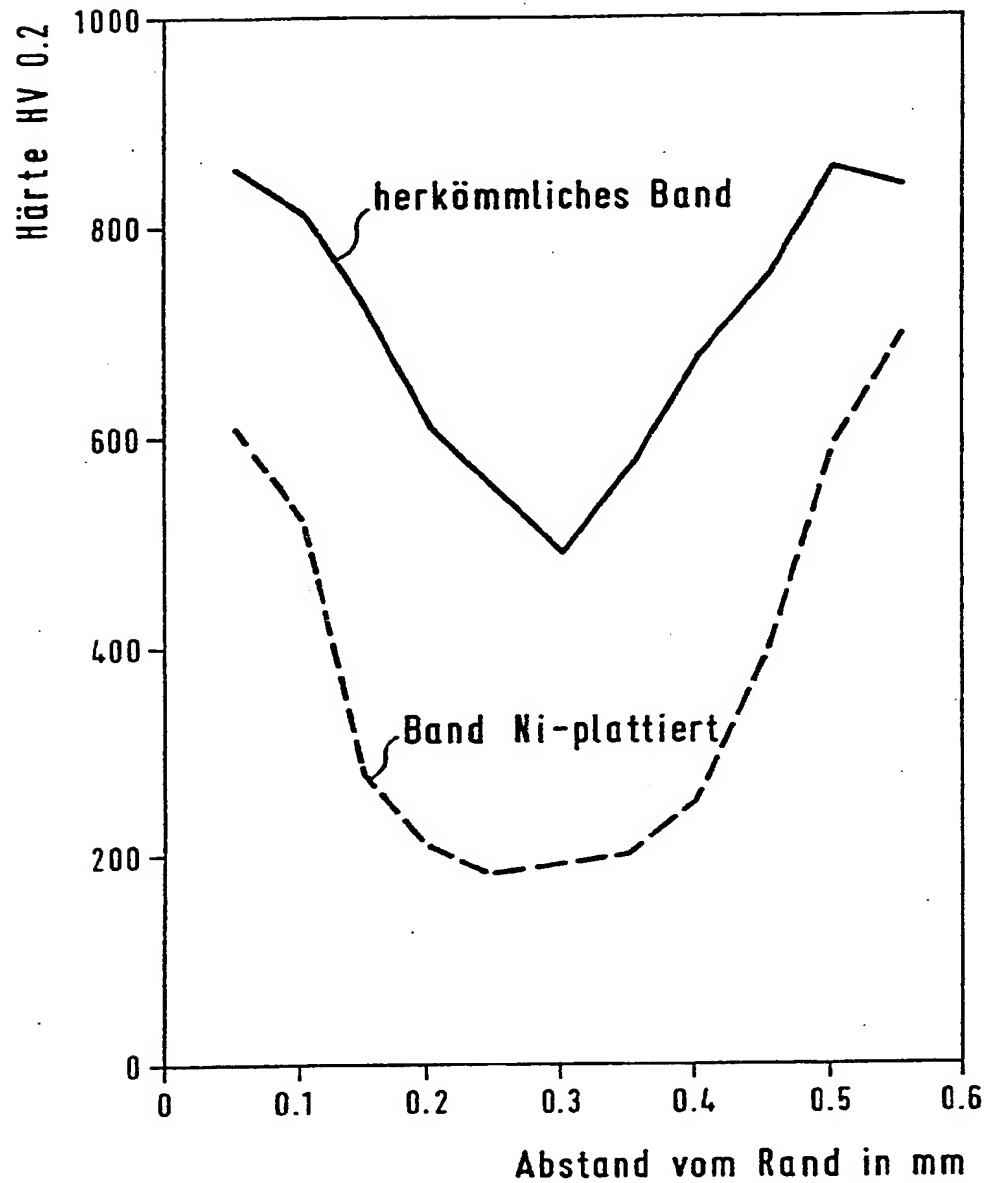


Fig. 5

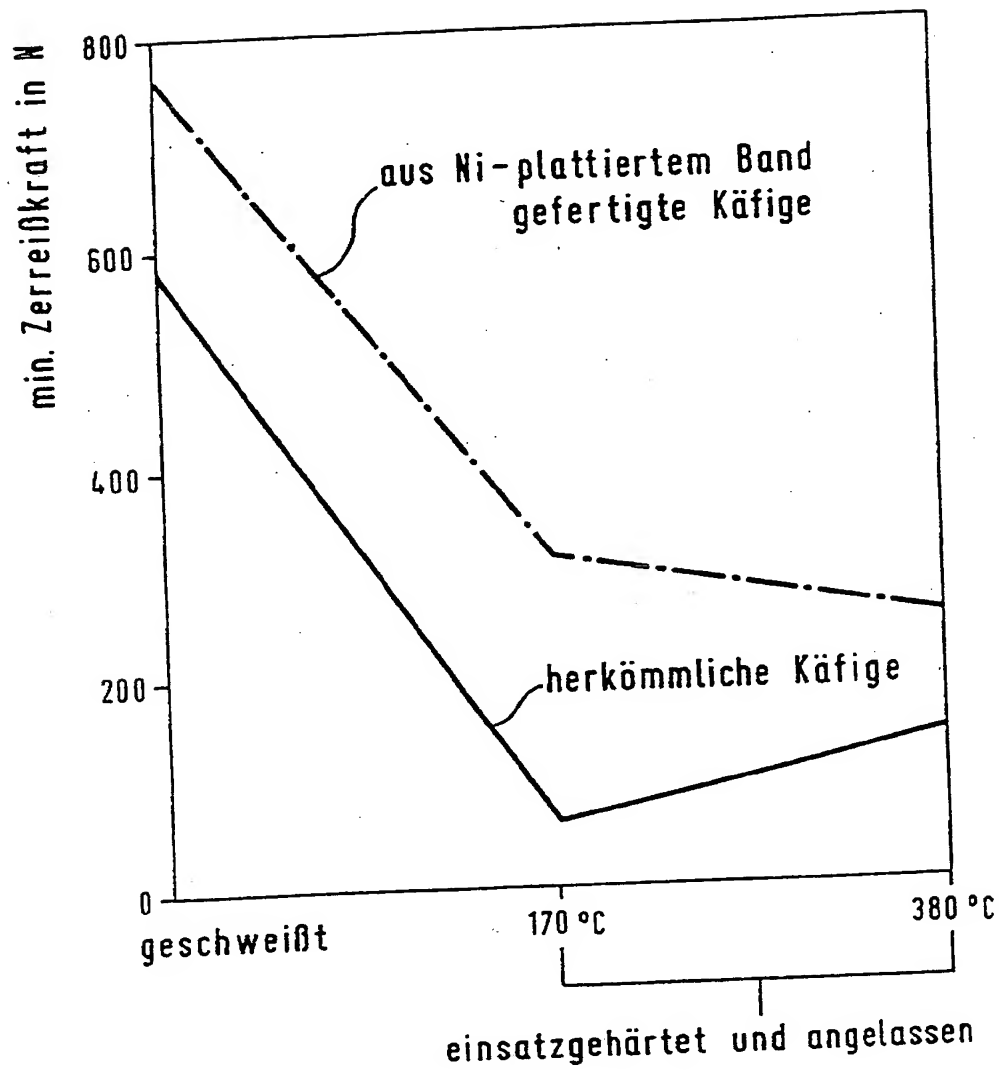


Fig. 6